



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



DEUTSCHES

PATENTAMT

## (12) Offenlegungsschrift

(10) DE 42 42 936 A 1

(51) Int. Cl. 5:

G 01 D 1/18

G 01 V 9/00

(21) Aktenzeichen: P 42 42 936.6  
 (22) Anmeldetag: 18. 12. 92  
 (23) Offenlegungstag: 23. 6. 94

J1017 U. S. PRO  
 10/07/1035  
 02/08/02

DE 42 42 936 A 1

## (71) Anmelder:

Beckhausen, Karlheinz, 50931 Köln, DE

## (74) Vertreter:

Nau, W., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 51465 Bergisch Gladbach; Paas, R.; Sasserath, G., Dr.; Spilker, M., Dr., Rechtsanwälte, 5060 Bergisch Gladbach

## (72) Erfinder:

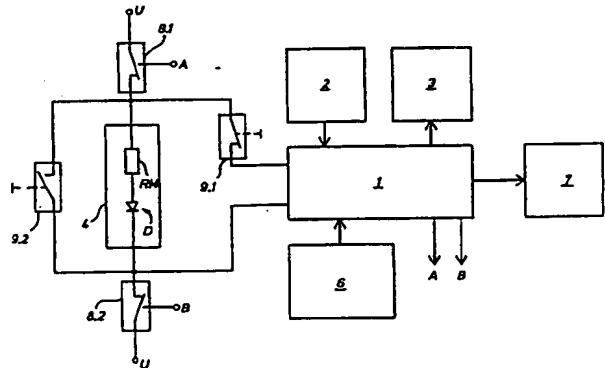
Antrag auf Nichtnennung

## (56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

|       |              |
|-------|--------------|
| DE    | 38 19 128 C1 |
| DE    | 41 42 419 A1 |
| DE    | 41 24 191 A1 |
| DE    | 38 05 247 A1 |
| DE    | 36 21 037 A1 |
| DE    | 35 35 642 A1 |
| DE    | 34 24 288 A1 |
| DE    | 33 39 093 A1 |
| DE    | 31 36 788 A1 |
| DE-OS | 21 15 160    |

## (54) Sicherheitseinrichtung mit Mikroprozessor

(57) Sicherheitseinrichtung, insbesondere zum Schutz von Personen und/oder Objekten, mit einem Mikroprozessor. Ausgehend von einer Sicherheitseinrichtung, insbesondere zum Schutz von Personen und/oder Objekten, die eine mit zumindest einer einen elektrischen Abschluß zugeordneten Meßstelle, welche insbesondere als taktiler Sensor ausgebildet ist, versehene Auswerteeinheit aufweist, welche zumindest aus einer Vergleichseinrichtung besteht, der ein von der Meßstelle abbares Signal zuführbar ist und in Abhängigkeit des Signals eine Schalteinrichtung betätigbar ist, wird die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe, eine Sicherheitseinrichtung bereitzustellen, mit der ausreichend schnelle Reaktionszeiten realisierbar sind und die universell einsetzbar ist, dadurch gelöst, daß die Auswerteeinheit zumindest teilweise in zumindest einem Mikroprozessor integriert ist, wobei dem Mikroprozessor eine Auswahleinrichtung zur Bestimmung von Steuerfunktionen des Mikroprozessors zugeordnet ist und dieser derart ausgebildet ist, daß der elektrische Abschluß automatisch erkennbar ist.



DE 42 42 936 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Sicherheitseinrichtung, insbesondere zum Schutz von Personen und/oder Objekten, nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

Aus der DE-OS 42 10 848 ist eine Sicherheitseinrichtung, insbesondere zum Schutz von Personen und/oder Objekten, bekannt, die eine mit zumindest einer einen elektrischen Abschluß zugeordneten Meßstelle, wobei die Meßstelle insbesondere als taktile Sensor ausgebildet ist, versehene Auswerteeinheit aufweist, welche zumindest aus einer Vergleichseinrichtung besteht, der ein von der Meßstelle abgabbares Signal zuführbar ist und in Abhängigkeit des Signals eine Schalteinrichtung betätigbar ist. Diese Sicherheitseinrichtung hat den Nachteil, daß Vergleichswerte in der Vergleichseinrichtung fest vorgegeben sind, so daß für jeden einzelnen Einsatzfall oder für unterschiedliche Einsatzgebiete mehrere Sicherheitseinrichtungen erforderlich sind. Weiterhin weist diese Sicherheitseinrichtung den Nachteil auf, daß der Meßstelle ein ohmscher Abschlußwiderstand elektrisch zugeordnet ist und mit diesem Abschlußwiderstand abgeschlossen ist. Aus diesem Grund sind bei dieser Sicherheitseinrichtung lediglich Meßstellen verwendbar, die mit einem ohmschen Abschlußwiderstand abgeschlossen werden können. Ebenso von Nachteil ist es, daß eine in ihrer Gesamtheit aus diskreten Bauelementen bestehende Sicherheitseinrichtung die für den Einsatzfall einer Sicherheitseinrichtung erforderlichen Reaktionszeiten nicht aufweist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Sicherheitseinrichtung, insbesondere zum Schutz von Personen und/oder Objekten, bereitzustellen, mit der ausreichend schnelle Reaktionszeiten realisierbar sind und die universell einsetzbar ist.

Diese Aufgabe wird durch die in dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die Sicherheitseinrichtung ist erfindungsgemäß durch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit zumindest teilweise in zumindest einem Mikroprozessor integriert ist, wobei dem Mikroprozessor eine Auswahleinrichtung zur Bestimmung von Steuerfunktionen des Mikroprozessors zugeordnet ist und dieser derart ausgebildet ist, daß der elektrische Abschluß automatisch erkennbar ist. Dadurch ist der Vorteil gegeben, daß die Sicherheitseinrichtung mit wenigen Bauteilen (Mikroprozessor einschließlich einer geringen Beschaltung) aufgebaut ist, wodurch sich der Produktionsaufwand und die Produktionskosten verringern und aufgrund der geringen Anzahl von Bauteilen (insbesondere durch die Vermeidung von Kondensatoren) eine schnelle Reaktionszeit nach Betätigung der Meßstelle (vorzugsweise im Millisekunden-Bereich) gegeben ist. Weiterhin ist dem Mikroprozessor eine Auswahleinrichtung zugeordnet, womit Steuerfunktionen des Mikroprozessors bestimmt sind. Steuerfunktionen sind beispielsweise im Mikroprozessor abgespeicherte Programme, die Festlegung von abgespeicherten Werten und auch die Bestimmung von Betriebsarten des Mikroprozessors beziehungsweise der gesamten Sicherheitseinrichtung. Bei der Auswahleinrichtung kann es sich beispielsweise um Steckbrücken oder Schalter handeln, die eine manuelle Bestimmung der Steuerfunktionen ermöglichen. Mittels der Auswahleinrichtung kann so beispielsweise bestimmt werden, für welchen Einsatzfall die Sicherheitseinrichtung verwendet wird. So kann über die Auswahleinrichtung vorgegeben werden, ob die Sicher-

heitseinrichtung einkanalig oder mehrkanalig betrieben werden soll. Darüberhinaus ist es denkbar, entsprechend in der Vergleichseinrichtung abgespeicherte Vergleichswerte mittels der Auswahleinrichtung anzusteuern und vorzugeben. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Sicherheitseinrichtung besteht darin, daß der Mikroprozessor derart ausgebildet ist, daß der elektrische Abschluß automatisch erkennbar ist. Dadurch ist es möglich, verschiedene elektrische Abschlüsse an der Sicherheitseinrichtung zu betreiben, wodurch das Einsatzgebiet der Sicherheitseinrichtung verbreitert wird.

In Weiterbildung der Erfindung ist eine elektrische Größe, mit der zumindest eine Meßstelle beaufschlagbar ist, von dem Mikroprozessor steuerbar. Dies hat den Vorteil, daß nach der automatischen Erkennung des elektrischen Abschlusses die elektrische Größe optimal wählbar und steuerbar ist. So kann es sich beispielsweise bei dem elektrischen Abschluß um einen ohmschen Widerstand handeln, wobei nach Erkennung des Wertes des ohmschen Widerstandes ein in die Meßstelle eingeprägter Strom (elektrische Größe) auf den für diesen Fall korrekten Wert eingestellt werden kann. Weiterhin ist unter der Steuerbarkeit der elektrischen Größe zu verstehen, daß bei Mehrkanaligkeit (beispielsweise zwei Meßstellen) diese zyklisch (beispielsweise abwechselnd) abgefragt werden können. Zu diesem Zweck ist der Mikroprozessor derart ausgebildet, daß zwischen den beiden Meßstellen zyklisch umgeschaltet wird und die von den beiden Meßstellen abgabbbaren Signale ausgewertet werden. Da diese Umschaltung von dem Mikroprozessor steuerbar ist, kann die Frequenz der Umschaltung beliebig gewählt werden. Insbesondere ist die Wahl der Frequenz im KHz-Bereich sinnvoll, da sich dadurch die Reaktionszeit der Sicherheitseinrichtung wesentlich verringert. Ebenso verringert sich wiederum der Bauteilaufwand, da die wenigstens zwei Meßstellen an einer einzigen Energiequelle betrieben werden können.

In Weiterbildung der Erfindung ist der elektrische Abschluß eine Diode und der Mikroprozessor ist zur Richtungserkennung der Diode ausgebildet. Neben dem denkbaren Einsatz eines ohmschen Widerstandes oder anderen Abschlüssen als elektrischer Abschluß ist die Verwendung einer Diode denkbar, die ebenfalls einen elektrischen Abschluß darstellt. Da eine Diode polaritätsgebunden betrieben werden muß, ist der Mikroprozessor zur Richtungserkennung (Polaritätserkennung) der Diode ausgebildet. Dies hat den Vorteil, daß bei Installation der Meßstelle einschließlich des elektrischen Abschlusses die Diode beliebig eingesetzt werden kann. Damit werden Fehleinbauten in vorteilhafter Weise vermieden.

In Weiterbildung der Erfindung ist dem Mikroprozessor zur Funktionsüberwachung ein Watchdog zugeordnet. Der Watchdog, der in dem Mikroprozessor integriert oder alternativ diesem extern zugeordnet ist, funktioniert beispielsweise nach dem Zählerprinzip, wobei jede Taktperiode der Zähler um 1 verringert wird. Sollte der Zähler auf Null zählen, löst er ein Reset aus, wodurch das in dem Mikroprozessor ablaufende Programm neu startet. In dem Programm ist vorgesehen, daß der Zähler zyklisch auf einen vorgebbaren Wert gesetzt wird, so daß er im fehlerfreien Betrieb nicht auf Null herunterzählt. Sollte im Fehlerfall Null erreicht werden, löst der Watchdog das Reset aus und startet das Programm von Neuem.

In Weiterbildung der Erfindung ist der Mikroprozessor zur eigenständigen Durchführung bzw. zur manuell

auslösbarer Durchführung eines Selbsttests ausgebildet. Aufgrund dieses Selbsttests ist der Vorteil gegeben, daß eine Funktionsüberprüfung der Sicherheitseinrichtung automatisch oder manuell durchführbar ist. Bei der eigenständigen Durchführung des Selbsttests ist es denkbar, daß dieser Selbsttest in vorgebbaren Zyklen durchgeführt wird. Darüberhinaus ist es alternativ oder als Ergänzung zur eigenständigen Durchführung des Selbsttests denkbar, diesen manuell auszulösen. Eine Realisierung des Selbsttests ist in der Figurenbeschreibung erwähnt und in den Figuren gezeigt.

In Weiterbildung der Erfindung betätigt der Mikroprozessor in Abhängigkeit des von der Meßstelle abgebaren Signales eine an sich bekannte Anzeigeeinrichtung. Damit ist eine Anzeige der Funktionstüchtigkeit der Sicherheitseinrichtung möglich. Darüberhinaus ist es denkbar, Fehlfunktionen der Sicherheitseinrichtung, die beispielsweise von dem Watchdog ermittelt oder bei der Durchführung des Selbsttests festgestellt worden sind, optisch oder akustisch anzuzeigen. Außerdem ist es denkbar, während der Zeit, in der der Mikroprozessor die Richtungserkennung der Diode ausführt, dies mittels der Anzeigeeinrichtung darzustellen.

In Weiterbildung der Erfindung ist die Sicherheitseinrichtung mit einem über- oder nebengeordneten System über eine Schnittstelle vernetzbar. Dadurch ist es möglich, die von der bzw. den Meßstellen abgebaren Signale sowie weitere in der Sicherheitseinrichtung erzeugte Signale über eine Schnittstelle (beispielsweise Feldbusschnittstellen wie Profibus oder CAN) an eine über- oder nebengeordnetes System (beispielsweise Leitstelle) abzugeben. In diesem Fall kann die erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung beispielsweise in Systemen wie einer speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) eingesetzt werden.

In Weiterbildung der Erfindung ist bei Mehrkanaligkeit jedem Prozessor mindestens eine Schalteinrichtung zugeordnet. In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist bei Mehrkanaligkeit jedem Mikroprozessor ein Paar Schalteinrichtungen, bei denen es sich beispielsweise um Relais oder Leistungstransistoren handeln kann, zugeordnet.

In Weiterbildung der Erfindung ist die elektrische Größe derart erzeugbar, daß sie einen positiven Pegel gegenüber einer Masse der Spannung, mit der die Sicherheitseinrichtung betreibbar ist, aufweist. Durch die Auswertung des von der Meßstelle abgebaren Signales gegen Masse wird erreicht, daß ein Masseschluß der Meßstelle nicht zu einer Fehlermeldung führt. Ebenso von Vorteil ist, daß eine galvanische Trennung der elektrischen Größe (zum Beispiel einer Wechselspannung oder einer Gleichspannung) entfällt.

In Weiterbildung der Erfindung ist die zumindest eine Schalteinrichtung von dem Mikroprozessor derart betätigbar, daß für den Fall, daß die Meßstelle ein Signal abgibt, ein sicherheitsrelevanter Zustand einstellbar oder erreichbar ist. Dies hat den Vorteil, daß eine von der Sicherheitseinrichtung überwachte Maschine, ein System oder allgemein eine Anlage in einem Fehlerfall (oder allgemein in einem sicherheitskritischen Zustand) derart betätigbar ist, daß ein definierter bzw. ein unbedenklicher Zustand erreicht werden kann. Dies dient insbesondere dem Schutz von Personen und verhindert Schäden an der Anlage.

In Weiterbildung der Erfindung ist dem Mikroprozessor zumindest eine Überwachungseinrichtung ausgangsseitig zugeordnet, wobei die Überwachungsein-

richtung auf die zumindest eine Schalteinrichtung einwirkt. Die ausgangsseitige Verwendung der Überwachungseinrichtung hat den Vorteil, daß zum einen der Ausgang des Mikroprozessors überwacht wird (insbesondere hinsichtlich Kurzschluß oder Unterbrechung) und gleichzeitig dadurch, daß die Überwachungseinrichtung auf die zumindest eine Schalteinrichtung einwirkt, erreicht wird, daß sich die Überwachungseinrichtung selbst überwacht. Das Einwirken der Überwachungseinrichtung auf die zumindest eine Schalteinrichtung kann beispielsweise dergestalt erfolgen, daß diese der Schalteinrichtung ein Potential (beispielsweise plus oder minus einer Spannungsversorgung) zur Verfügung stellt.

In Weiterbildung der Erfindung ist die zumindest eine Schalteinrichtung, die insbesondere einen Steuertransistor und ein Relais aufweist, von dem Mikroprozessor und der Überwachungseinrichtung überwachbar. Durch diese Anordnung ist der Vorteil gegeben, daß ergänzend zur Überwachung des Ausgangs des Mikroprozessors und zur Überwachung der Überwachungseinrichtung auch eine Funktionsüberwachung einer Schalteinrichtung möglich ist. Eine Ausgestaltung der Überwachungseinrichtung und deren Funktionsweise ist in den Figuren gezeigt und näher beschrieben.

Weitere erfindungsgemäße Ausgestaltungen sind im folgenden näher beschrieben und in den Figuren gezeigt. Die Figuren zeigen:

Fig. 1 eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit einem Widerstandsabschluß,

Fig. 2 eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung, die mehrkanalig ausgebildet ist,

Fig. 3 eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit einem Diodenabschluß,

Fig. 4 eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung, die einfach fehlersicher ausgelegt ist,

Fig. 5 eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit einer Überwachungseinrichtung,

Fig. 6 Ausgestaltung einer Schalteinrichtung.

Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit Widerstandsabschluß. Erfindungsgemäß sind bei dieser Sicherheitseinrichtung zur Vermeidung einer Vielzahl von diskreten Bauteilen wesentliche Bestandteile der Auswerteeinheit in einem Mikroprozessor 1 integriert. Bei diesen Bestandteilen handelt es sich im wesentlichen um im Eingangskreis angeordnete AD-Wandler, eine CPU, in der Steuerfunktionen des Mikroprozessors 1 abgelegt sind, die beispielsweise die Vergleichseinrichtung nachbilden, um einen internen Watchdog sowie um Treiberstufen für eine nachgeschaltete Schalteinrichtung. Diese Bestandteile sind hinsichtlich ihrer sicherheitsrelevanten Funktion, insbesondere zweifach vorhanden, wobei das einfache Vorhandensein auch denkbar ist. Gleicher gilt auch für die Mikroprozessoren in den folgenden Figuren. Die Stromversorgung des Mikroprozessors 1 erfolgt aus einer Energiequelle 2, die derart ausgebildet ist, daß beliebige Spannungen (beispielsweise Netzspannung oder Batteriespannung) verwendbar sind. Weiterhin ist dem Mikroprozessor 1 eine an sich bekannte Anzeigeeinrichtung 3 nachgeordnet. Eingangsseitig weist der Mikroprozessor 1 eine Meßstelle 4 auf, welche einen Abschlußwiderstand RA und einen Meßwiderstand RM beinhaltet und die in einem Stromkreis liegt (zwischen einer Gleichspannung U und Masse). Darüberhinaus ist der Mikroprozessor 1 mit einer Auswahlseinrichtung 5 verschaltet, mit der die Steuerfunktionen, die die CPU (beispielsweise in Form einer abgespeicherten Software) beinhaltet, bestimmt werden können. Bei der Aus-

wahleinrichtung 5 handelt es sich beispielsweise um Steckbrücken oder Schalter, wobei in Abhängigkeit des Schaltzustandes der Schalter beispielsweise (Schalter geschlossen, insbesondere gegen Masse, bzw. Schalter offen) die Steuerfunktionen bestimmt sind. Weiterhin ist ein Watchdog 6 gezeigt, der extern dem Mikroprozessor 1 zugeordnet ist und dessen Funktionsablauf überwacht. Eine Schalteinrichtung 7 ist dem Mikroprozessor 1 nachgeschaltet, wobei die Schalteinrichtung 7 in Abhängigkeit des von der Meßstelle 4 abgebaren Signales betätigbar ist.

Die in Fig. 1 gezeigte Auswerteeinheit arbeitet wie folgt:

Mittels der Auswahleinrichtung 5, die eine beliebige Anzahl beispielsweise von Schaltern enthalten kann, werden in dem Mikroprozessor 1 Vergleichswerte (Maximal- und Minimalwerte) vorgegeben, die aus einer Vielzahl von in dem Mikroprozessor 1 abgespeicherten Werten auswählbar sind. Ein durch die Meßstelle 4 fließender Strom wird, unter Zwischenschaltung beispielsweise des im Eingangskreis des Mikroprozessors 1 angeordneten AD-Wandlers, mit den vorgegebenen Grenzwerten verglichen. Handelt es sich um eine ruhestromüberwachte Sicherheitseinrichtung, wird bei Unterschreitung des Minimalwertes eine Unterbrechung der Meßstelle 4 über die Anzeigeeinrichtung 3 angezeigt. Bei Überschreiten des Maximalwertes handelt es sich um einen Kurzschluß der Meßstelle 4, der ebenfalls über die Anzeigeeinrichtung 3 anzeigbar ist. In diesem Fall wird von dem Mikroprozessor 1 die Schalteinrichtung 7 betätig, da eine Betätigung der Meßstelle 4 erfolgt ist. Der Watchdog 6 arbeitet, wie schon beschrieben, nach dem Zählerprinzip, so daß Fehler beim Programmablauf erkennbar und anzeigbar sind.

Die erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit Widerstandsabschluß weist die folgenden Vorteile auf:

- die Sicherheitseinrichtung ist mittels der Auswahleinrichtung 5 individuell zu konfigurieren für verschiedene Einsatzfälle und damit universell einsetzbar,
- ein Mikroprozessor mit einer geringen Beschaltung (insbesondere unter Vermeidung von Kondensatoren) überwacht die zumindest eine Meßstelle, wodurch schnelle Reaktionszeiten (insbesondere im Millisekunden-Bereich) realisierbar sind,
- aufgrund des Einsatzes eines Watchdogs (intern und/oder extern) ist eine dynamische Selbstüberwachung des Mikroprozessors bzw. der gesamten Sicherheitseinrichtung möglich, wodurch sich die Funktionssicherheit erhöht,
- durch ein Einsatz der Anzeigeeinrichtung ist eine Anzeige von Fehlern beim Betrieb der Meßstelle möglich sowie Fehler der Sicherheitseinrichtung anzeigbar.

Fig. 2 zeigt eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung, die mehrkanalig ausgebildet ist.

Neben den in Fig. 1 gezeigten und mit den gleichen Bezugsziffern versehenen Komponenten ist in Fig. 2 eine mehrkanalige und redundante Ausführung der erfindungsgemäßen Sicherheitseinrichtung gezeigt. Zu diesem Zweck sind die wesentlichen Komponenten, die in Fig. 1 gezeigt sind (insbesondere alle in Fig. 1 gezeigten Komponenten, mit Ausnahme der Energiequelle 2), doppelt vorhanden. So ist zwei Mikroprozessoren 1.1 und 1.2 jeweils eine Meßstelle 4.1 und 4.2 sowie eine Auswahleinrichtung 5.1 und 5.2 zugeordnet. Die beiden

Mikroprozessoren 1.1 und 1.2 arbeiten derart wie schon zu der in Fig. 1 gezeigten und beschriebenen Weise, daß jeder Mikroprozessor seine zugeordnete Meßstelle überwacht oder alternativ dazu die Meßstelle des anderen Mikroprozessors. Denkbar ist auch, daß mittels einer Umschaltung im Eingang sowohl der Mikroprozessor 1.1 die beiden Meßstellen 4.1 und 4.2 zyklisch überwacht als auch der Mikroprozessor 1.2 ebenfalls zyklisch die beiden Meßstellen 4.1 und 4.2 überwacht.

Weiterhin ist es denkbar, daß eine einzige Meßstelle vorhanden ist, deren Signal auf beide Mikroprozessoren 1.1 und 1.2 schaltbar ist.

Fig. 3 zeigt eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit einem Diodenabschluß. Neben den in den Fig. 1 und 2 gezeigten und mit den gleichen Bezugsziffern versehenen Komponenten besteht die in Fig. 3 gezeigte Meßstelle 4 aus dem Meßwiderstand RM, wobei die Meßstelle 4 mit einer Diode D abgeschlossen ist. Die Diode D ebenso wie der Abschlußwiderstand RA können in der Meßstelle integriert sein. Denkbar ist auch die Anordnung im Eingangskreis des Mikroprozessors, falls in diesem die Erzeugung der Spannung U auch integriert ist. Die in Fig. 3 gezeigte Sicherheitseinrichtung ist einkanalig aufgebaut, wobei der Mikroprozessor 1 die Meßstelle 4 überwacht und mit einer noch zu beschreibenden Richtungserkennung der Diode D ausgestattet ist. Der Mikroprozessor 1 wird in seinen Funktionen von dem Watchdog 6 überwacht. Die Vorgehensweise bei der Überwachung der Meßstelle 4 und der Verarbeitung des von der Meßstelle 4 abgebaren Signals in dem Mikroprozessor 1 erfolgt analog zu der Vorgehensweise, wie sie zu den Fig. 1 und Fig. 2 beschrieben worden ist. Zur Richtungserkennung der Diode D sind Umschalteinrichtungen 8.1 und 8.2 vorgesehen, die im Stromkreis der Meßstelle 4 angeordnet sind und von dem Mikroprozessor 1 betätigbar sind. Ebenso ist die Spannung U (Wechselspannung) von dem Mikroprozessor steuerbar (Frequenzänderung). Zur Richtungserkennung der Diode D in der Meßstelle 4 befindet sich an jedem Anschluß der Meßstelle 4 ein elektronischer Schalter, der beispielsweise durch die Umschalteinrichtungen 8.1 und 8.2 realisiert ist. Je nach Richtung, in der die Diode D eingesetzt ist, wird eine positive Betriebsspannung U der Anode bzw. der Kathode der Diode D zugeführt. Da auch hier mit einem gegen Masse positiven Pegel der Spannung U gearbeitet wird, entfällt eine galvanische Trennung der Spannung an der Meßstelle 4. Da sich somit immer an einem Ende der Meßstelle 4 die Spannung U (bzw. allgemein eine Signalquelle beliebiger Art) und an dem anderen Ende ein Eingang des Mikroprozessors 1 befindet, ist somit je nach Stellung der Umschalteinrichtungen 8.1 und 8.2 die Richtung der Diode D unabhängig. Die Betätigung der Umschalteinrichtungen 8.1 und 8.2 erfolgt durch den Mikroprozessor 1 (Verbindungen A-A bzw. B-B). Des Weiteren sind der Meßstelle 4 noch Testeinrichtungen 9.1 und 9.2, die mittels Taster realisiert sind, zugeordnet. Mit Hilfe dieser Testeinrichtungen 9.1 und 9.2 ist die Durchführung eines Selbsttests möglich.

Die in Fig. 3 gezeigte Sicherheitseinrichtung arbeitet wie folgt. Nach Anschluß in beliebiger Richtung der Diode D wird zunächst beispielsweise die Umschalteinrichtung 8.1 betätigt (geschlossen) und die Umschalteinrichtung 8.2 geöffnet. Dann werden von dem Mikroprozessor 1 die eingangsseitig an der Meßstelle 4 anliegenden Pegel abgefragt. Anschließend erfolgt die umgekehrte Betätigung der Umschalteinrichtungen 8.1 und 8.2, woraufhin erneut die Pegel abgefragt werden. Auf-

grund der Abfrage der Pegel stellt sich in Sperrrichtung der Diode D an einem Eingang des Mikroprozessors 1 ein kleinerer Pegel ein gegenüber dem höheren Pegel, der die Flußrichtung der Diode D darstellt. Somit werden von den Mikroprozessor 1 die Umschalteinrichtungen 8.1 und 8.2 derart betätigt, daß die Diode D in Flußrichtung betrieben wird. Wie in Fig. 3 gezeigt ist, ist die Umschalteinrichtung 8.1 geschlossen, während die Umschalteinrichtung 8.2 geöffnet ist, so daß die Diode D in Flußrichtung betrieben wird. Während der Dauer der Richtungserkennung (beispielsweise nach Inbetriebnahme der Sicherheitseinrichtung) ist dies mittels der Anzeigeeinrichtung 3 anzeigbar. Für diesen Fall ist die Schalteinrichtung 7 derart betätigt, daß das von der Sicherheitseinrichtung überwachte System (bzw. Objekt) sich in einem sicheren Zustand befindet, so daß Fehlfunktionen bzw. Gefährdungen von Personen ausgeschlossen sind. Nachdem die Richtungserkennung der Diode D durchgeführt worden ist, kann eine Überwachung durchgeführt werden, ob eine Unterbrechung vorliegt oder nicht. Eine Unterbrechung ist dadurch feststellbar, daß ein Pegel an einem Eingang des Mikroprozessors 1 kleiner ist als ein vorgebbarer Pegel (Grenzwert, der mittels der nicht dargestellten Auswahlseinrichtung 5 vorgebbar ist). Zu diesem Zweck wird die Umschalteinrichtung 8.1 zyklisch für kurze Zeit an den einen Eingang des Mikroprozessors 1 gelegt. Erfolgt die umgekehrte Betätigung der Umschalteinrichtung 8.2, so daß die Spannung U an den anderen Eingang des Mikroprozessors 1 gelegt wird und der Pegel an dem einen Eingang des Mikroprozessors 1 gemessen wird, stellt sich bei betätigter Meßstelle 4 ein Pegel ein, der über dem Grenzwert liegt. Diese Betätigung der Meßstelle 4 und das von dieser Meßstelle 4 abgebare Signal führt zum einen zu einer Betätigung der Anzeigeeinrichtung 3 sowie zum anderen zu einer Betätigung der Schalteinrichtung 7, die das zu überwachende System (Objekt) derart beeinflußt, daß ein Sicherheitszustand erreicht wird. Dabei kann es sich beispielsweise um das Stoppen eines Antriebes handeln. Die zyklische Umschaltung der beiden Umschalteinrichtungen 8.1 und 8.2 erfolgt in vorteilhafter Weise unsymmetrisch, wodurch verhindert wird, daß Störungen zu Fehlauswertungen führen, da die an der Meßstelle 4 anliegende Spannung immer synchron zur Sicherheitseinrichtung geführt wird.

Zur Durchführung eines Selbsttests der Sicherheitseinrichtung sind die Testeinrichtungen 9.1 und 9.2 vorhanden. Diese Testeinrichtungen 9.1 und 9.2 sind, wie in Fig. 3 gezeigt ist, zur manuell auslösbarer Durchführung des Selbsttests ausgebildet. So kann während des Betriebes der Sicherheitseinrichtung eine oder beide Testeinrichtungen 9.1 bzw. 9.2 betätigt werden, wodurch eine Unterbrechung (Testeinrichtung 9.1) bzw. ein Kurzschluß (Testeinrichtung 9.2) simuliert werden kann. Die Simulation der Unterbrechung bzw. des Kurzschlusses wird von dem Mikroprozessor 1 dedektiert und zumindest von der Anzeigeeinrichtung 3 angezeigt. Dadurch ist eine wirksame Funktionsüberwachung der Sicherheitseinrichtung möglich. Darüberhinaus ist es denkbar, die beiden Testeinrichtungen 9.1 und 9.2 in vorgebbaren Zyklen von dem Mikroprozessor 1 zu betätigen, wodurch die Durchführung des Selbsttests automatisch durchgeführt werden kann. Zu diesem Zweck arbeitet der Mikroprozessor 1 derart, daß nach Betätigung zumindest einer Testeinrichtung ein Kurzschluß bzw. eine Unterbrechung der Meßstelle 4 erfaßt werden muß. Die Betätigung und Erfassung kann derart kurz-

zeitig erfolgen, daß eine Anzeige der Anzeigeeinrichtung 3 bzw. eine Betätigung der Schalteinrichtung 7 unterbleibt. Damit ist im Hintergrund ein Selbsttest durchführbar, ohne daß der Betrieb des zu überwachenden Systemes (Objektes) beeinträchtigt wird. Der in Fig. 3 gezeigte Mikroprozessor 1 weist ebenfalls die Auswahlseinrichtung 5 auf, mit der Steuerfunktionen des Mikroprozessors 1 bestimmbar sind (Auswahlseinrichtung 5 nicht gezeigt). Ebenso kann der Mikroprozessor 1 eine Schnittstelle aufweisen, mit der die Sicherheitseinrichtung vernetzbar ist. Die Vorteile der Anwendung der erfindungsgemäßen Sicherheitseinrichtung mit einem Diodenabschluß sind:

- 15 — automatische und von dem Mikroprozessor gesteuerte Richtungserkennung der Diode,
- Steuerung der Auswertung und Überwachung von taktilen Meßstellen mit einer Diode im Abschluß durch den Mikroprozessor (insbesondere eine schnelle zyklische Umschaltung zwischen der Überwachung, ob ein Kurzschluß oder eine Unterbrechung vorliegt, wobei die Umschaltung in vorteilhafter Weise im KHz-Bereich liegt).

25 Fig. 4 zeigt eine erfindungsgemäße Schalteinrichtung, die einfehler sicher ausgelegt ist. Neben den in den vorangegangenen Figuren gezeigten und mit den gleichen Bezugsziffern versehenen Komponenten ist die Auswahlseinrichtung 5 über eine Datenleitung mit dem Mikroprozessor 1 verbunden. Damit ist eine sichere Übertragung der Auswahl der Auswahlseinrichtung 5 beispielsweise in digitaler Form zu dem Mikroprozessor 1 gegeben. Weiterhin ist der Mikroprozessor 1 derart ausgestaltet, daß dessen Bestandteile, wie beispielsweise im Eingangskreis angeordnete AD-Wandler, die CPU sowie Treiberstufen für eine nachgeschaltete Schalteinrichtung doppelt ausgebildet sind, da diese sicherheitsrelevante Funktionen aufweisen. Darüber hinaus ist es denkbar, zwei getrennte Mikroprozessoren einzusetzen. Dem Mikroprozessor 1 sind die beiden Schalteinrichtungen 7.1 und 7.2 nachgeschaltet, deren Schaltkontakte im Ausgangskreis in Serie geschaltet sind. Die in dem Mikroprozessor 1 integrierten Treiberstufen sind derart ausgestaltet, daß für den Fall, daß die Meßstelle 4 ein Signal abgibt, beide Schalteinrichtungen 7.1 und 7.2 von beiden Treiberstufen angesteuert werden. Darüberhinaus ist es denkbar, daß beide Treiberstufen die beiden Schalteinrichtungen 7.1 und 7.2 ansteuern, wobei die beiden Schalteinrichtungen 7.1 und 7.2 parallel angeordnet sind, so daß auf jeden Fall eine Schalteinrichtung betätigbar ist, um in einem Fehlerfalle einen unbedenklichen Zustand einzustellen. Weiterhin ist es denkbar, die Abläufe in dem Mikroprozessor (bzw. in den Mikroprozessoren) in Abhängigkeit von der an der Meßstelle erfaßten Größe (Spannung) zu synchronisieren. Damit erfolgt gleichzeitig eine Überprüfung, ob die Meßstelle funktionstüchtig ist und/oder ob eine Betätigung stattgefunden hat.

60 Fig. 5 zeigt eine erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit einer Überwachungseinrichtung, wobei in Ergänzung zu den vorangegangenen Figuren und zur Erläuterung der Funktionsweise der Überwachungseinrichtung in Fig. 6 eine Ausgestaltung einer Schalteinrichtung gezeigt ist. In Fig. 5 ist die erfindungsgemäße Sicherheitseinrichtung mit dem Mikroprozessor 1 vereinfacht dargestellt. Die in den vorangegangenen Figuren gezeigten ergänzenden Komponenten zu dem Mikroprozessor 1 sind vorhanden, aber nicht dargestellt.

Eine in dem Mikroprozessor 1 integrierte und nicht gezeigte Treiberstufe gibt für den Fall, daß die Meßstelle 4 (beziehungsweise 4.1, 4.2) betätigt wird, ein Signal sowohl an eine Schalteinrichtung 7.1 als auch an eine Überwachungseinrichtung 10 ab. Darüberhinaus ist die Überwachungseinrichtung 10 ausgangsseitig mit einem Eingang des Mikroprozessors 1 (oder dem zweiten Mikroprozessor) und wiederum ausgangsseitig mit der Schalteinrichtung 7.1 zur Einwirkung auf diese Schalteinrichtung 7.1 verschaltet. Bei zwei Mikroprozessoren kommen zwei Überwachungseinrichtungen zum Einsatz. Wie in Fig. 6 gezeigt ist, besteht die Schalteinrichtung 7.1 (bzw. auch die Schalteinrichtung 7.2) aus einem Steuertransistor 11, der von einer Treiberstufe des Mikroprozessors 1 aus angesteuert wird und die Spule eines Relais 12 ansteuert. In einem normalen Betriebsfall, d. h., daß die Meßstelle 4 (bzw. 4.1 oder 4.2) kein Signal abgibt, ist der Steuertransistor 11 von dem Mikroprozessor 1 angesteuert und legt das Relais in den Stromkreis (dargestellt durch die Plus-/Minus-Zeichen). Dadurch sind beispielsweise die Kontakte des Relais 12 geschlossen, die den Betrieb einer elektrischen Maschine ermöglichen.

Die in Fig. 5 gezeigte Überwachungseinrichtung 10 arbeitet in Zusammenhang mit der in Fig. 6 gezeigten Schalteinrichtung 7.1 wie folgt:

Von einer Treiberstufe des Mikroprozessors 1 wird die Überwachungseinrichtung 10, die insbesondere als Mono-Flop ausgebildet ist, gesetzt. Dies kann insbesondere zyklisch geschehen, da bei Ausfall des Mikroprozessors oder dessen Bestandteile die Schalteinrichtung 7.1 zu betätigen ist. In einer Ausgestaltung bildet ein Ausgang der Überwachungseinrichtung 10 ein Massepotential (D bzw. Minus-Zeichen in Fig. 6) für die Schalteinrichtung 7.1. Der weitere Ausgang der Überwachungseinrichtung 10 bildet ein von dem Massepotential unterschiedliches Potential (insbesondere ein positives Potential), wobei beide Ausgänge der Überwachungseinrichtung 10 im Normalfall unterschiedliches Potential aufweisen. So ist die Schalteinrichtung 7.1 gegen einen Durchbruch gegen Masse geschützt, da ein solcher das im Normalfall angesteuerte Relais 12 abfallen läßt und dadurch ein sicherheitsrelevanter (unbedenklicher) Zustand einstellbar ist. Für den Fall, daß der Ausgang des Mikroprozessors 1 mit einem positiven Potential (insbesondere einer Versorgungsspannung) verbunden wird, ist dem Relais 12 das Massepotential entzogen, so daß das Relais 12 auch in diesem Falle abfällt. Analog dazu erfolgt eine Überprüfung des Steuertransistors 11, ob dieser gegen Masse bzw. gegen ein positives Potential kurzgeschlossen ist. Für den Fall, daß der Steuertransistor 11 gegen Masse kurzgeschlossen ist, zieht das Relais 12 nicht mehr an, was dem Mikroprozessor 1 über die Verbindung E angezeigt wird. Dieser Störfall ist in dem Mikroprozessor 1 detektierbar und über die Anzeigeeinrichtung 3 anzeigbar. Für den Fall, daß der Steuertransistor 11 gegen ein positives Potential (insbesondere Versorgungsspannung) kurzgeschlossen ist, hat das Relais 12 trotz der Fehlermeldung des Mikroprozessors 1 noch ein Signal an dem Steuertransistor 11. Über einen Eingang des Mikroprozessors 1 wird dies registriert und der Mikroprozessor 1 schaltet das Signal an seinem Ausgang gegen Masse, so daß das Relais 12 abfällt und dies von der Anzeigeeinrichtung 3 anzeigbar ist.

Weiterhin ist es vorgesehen, daß die zumindest eine Meßstelle als taktiler Sensor ausgebildet ist. Hierbei handelt es sich in einer Ausgestaltung um einen Gummi-

schlauch (Gummiprofil), in welchem längs ein elektrisches Kabel (Meßwiderstand RM) integriert ist, wobei dieser Sensor eingangs- oder ausgangsseitig mit einem Widerstand oder einer Diode abgeschlossen werden kann. Da der Wert dieses Widerstandes von der Länge des Gummischlauches bzw. des elektrischen Kabels ist, ist es erfindungsgemäß vorgesehen, die an der Meßstelle anliegende Spannung zu erfassen, die einen der Länge proportionalen Wert darstellt. Ausgehend von diesem Wert erfolgt die Vorgabe von angepaßten Vergleichswerten (Minimal- und Maximalwerte), die in einem Speicher in dem zumindest einen Mikroprozessor abgelegt sind. Dieser Vorgang ist von dem Mikroprozessor wiederholbar, so daß in vorgebbaren Zeitabständen die Länge abgefragt wird und bei einer Änderung der Vergleichswerte automatisch vorgenommen werden kann. Alternativ dazu ist es denkbar, die Vorgabe verschiedener Länge mittels der Auswahleinrichtung manuell einzustellen, wobei beispielsweise einer Schalterstellung oder einer Kombination mehrerer Schalter der Auswahleinrichtung eine Länge entspricht. Durch diese Anpassung der Vergleichswerte ist es möglich, die Schaltpunkte (bzw. eine Betätigung der Schalteinrichtung) bei unterschiedlichen Längen gleichzuhalten. Bei Erfassung einer unzulässigen Länge ist es denkbar, Vergleichswerte vorzugeben, die einer zulässigen Länge entsprechen oder die Schalteinrichtung (bzw. die Anzeigeeinrichtung) derart zu betätigen, daß die gesamte Anlage (System) einen vorbestimmten, insbesondere einen ungefährdenden, Zustand einnimmt.

#### Patentansprüche

1. Sicherheitseinrichtung, insbesondere zum Schutz von Personen und/oder Objekten, die eine mit zumindest einer einen elektrischen Abschluß zugeordnete Meßstelle, wobei die Meßstelle insbesondere als taktiler Sensor ausgebildet ist, versehene Auswerteeinheit aufweist, welche zumindest aus einer Vergleichseinrichtung besteht, der ein von der Meßstelle abgebares Signal zuführbar ist und in Abhängigkeit des Signales eine Schalteinrichtung betätigbar ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Auswerteeinheit zumindest teilweise in zumindest einem Mikroprozessor (1) integriert ist, wobei dem Mikroprozessor eine Auswahleinrichtung (5, 5.1, 5.2) zur Bestimmung von Steuerfunktionen des Mikroprozessors (1, 1.1, 1.2) zugeordnet ist und dieser derart ausgebildet ist, daß der elektrische Abschluß (RA, RM, D) automatisch erkennbar ist.
2. Sicherheitseinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine elektrische Größe, mit der die zumindest eine Meßstelle (4, 4.1, 4.2) beaufschlagbar ist, von dem Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) steuerbar ist.
3. Sicherheitseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der elektrische Abschluß eine Diode (D) ist und der Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) zur Richtungserkennung der Diode ausgebildet ist.
4. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) zur Funktionsüberwachung ein Watchdog (6) zugeordnet ist.
5. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) zur eigenständigen Durchführung eines Selbsttests ausgebildet ist.

6. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) zur manuell auslösbarer Durchführung eines Selbsttests ausgebildet ist.

5

7. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) in Abhängigkeit des von der Meßstelle (4, 4.1, 4.2) abgebaren Signales eine an sich bekannte Anzeigeeinrichtung (3) betätigt.

10

8. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherheitseinrichtung mit einem über- oder nebengeordneten System über eine Schnittstelle vernetzbar ist.

15

9. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei Mehrkanaligkeit jedem Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) mindestens eine Schalteinrichtung (7, 7.1, 7.2) zugeordnet ist.

20

10. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Größe derart erzeugbar ist, daß sie einen positiven Pegel gegenüber einer Masse der Spannung, mit der die Sicherheitseinrichtung betreibbar ist, aufweist.

25

11. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Schalteinrichtung (7.1, 7.2) von dem Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) derart betätigbar ist, daß für den Fall, daß die Meßstelle (4, 4.1, 4.2) ein Signal abgibt, ein sicherheitsrelevanter Zustand einstellbar oder erreichbar ist.

30

12. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) zumindest eine Überwachungseinrichtung (10), insbesondere ein Mono-Flop, ausgangsseitig zugeordnet ist, wobei die Überwachungseinrichtung (10) auf die zumindest eine Schalteinrichtung (7.1, 7.2) einwirkt.

35

13. Sicherheitseinrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die zumindest eine Schalteinrichtung (7.1, 7.2), die insbesondere einen Steuertransistor (11) und ein Relais (12) aufweist, von dem Mikroprozessor (1, 1.1, 1.2) und der Überwachungseinrichtung (10) überwachbar ist.

40

45

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

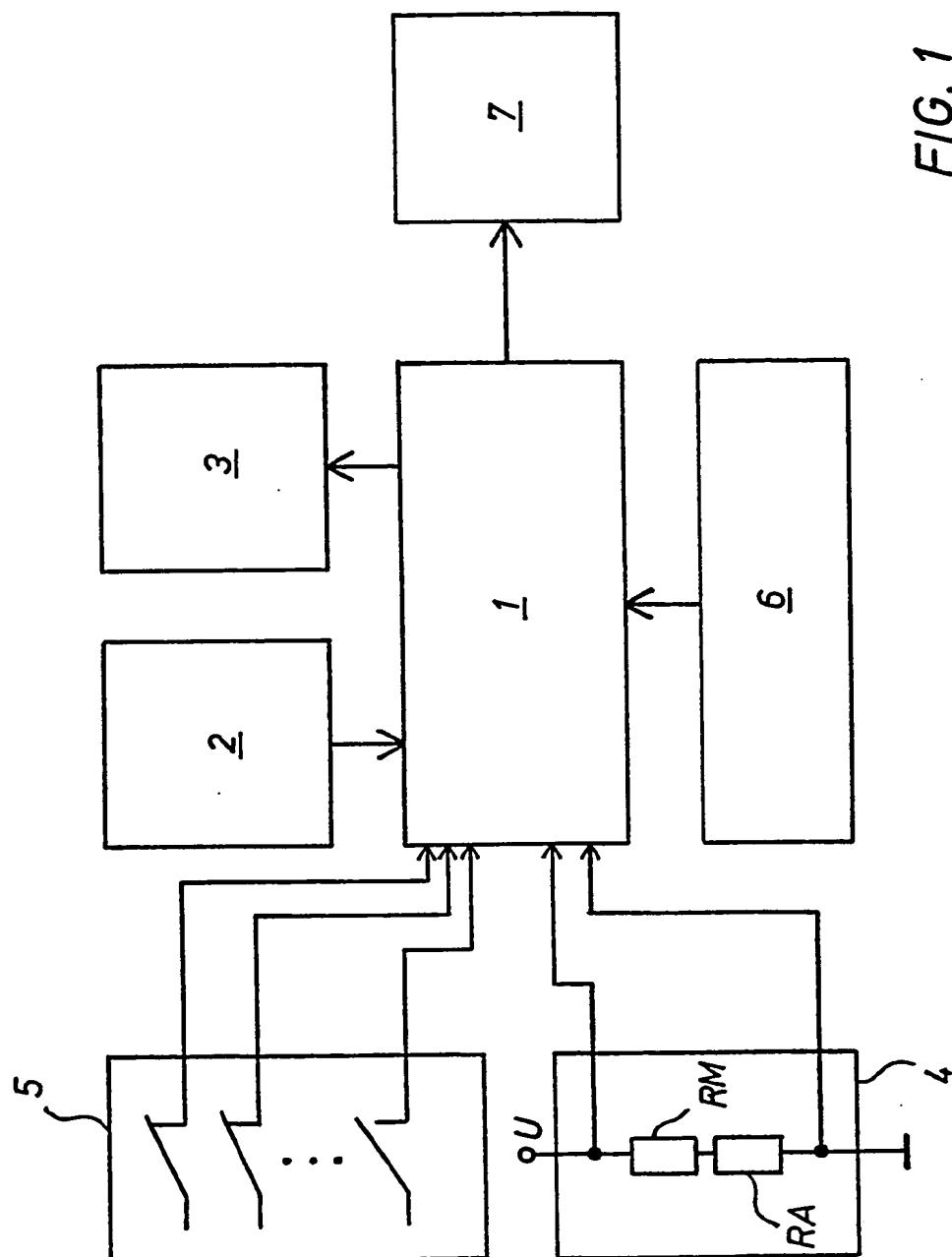
50

55

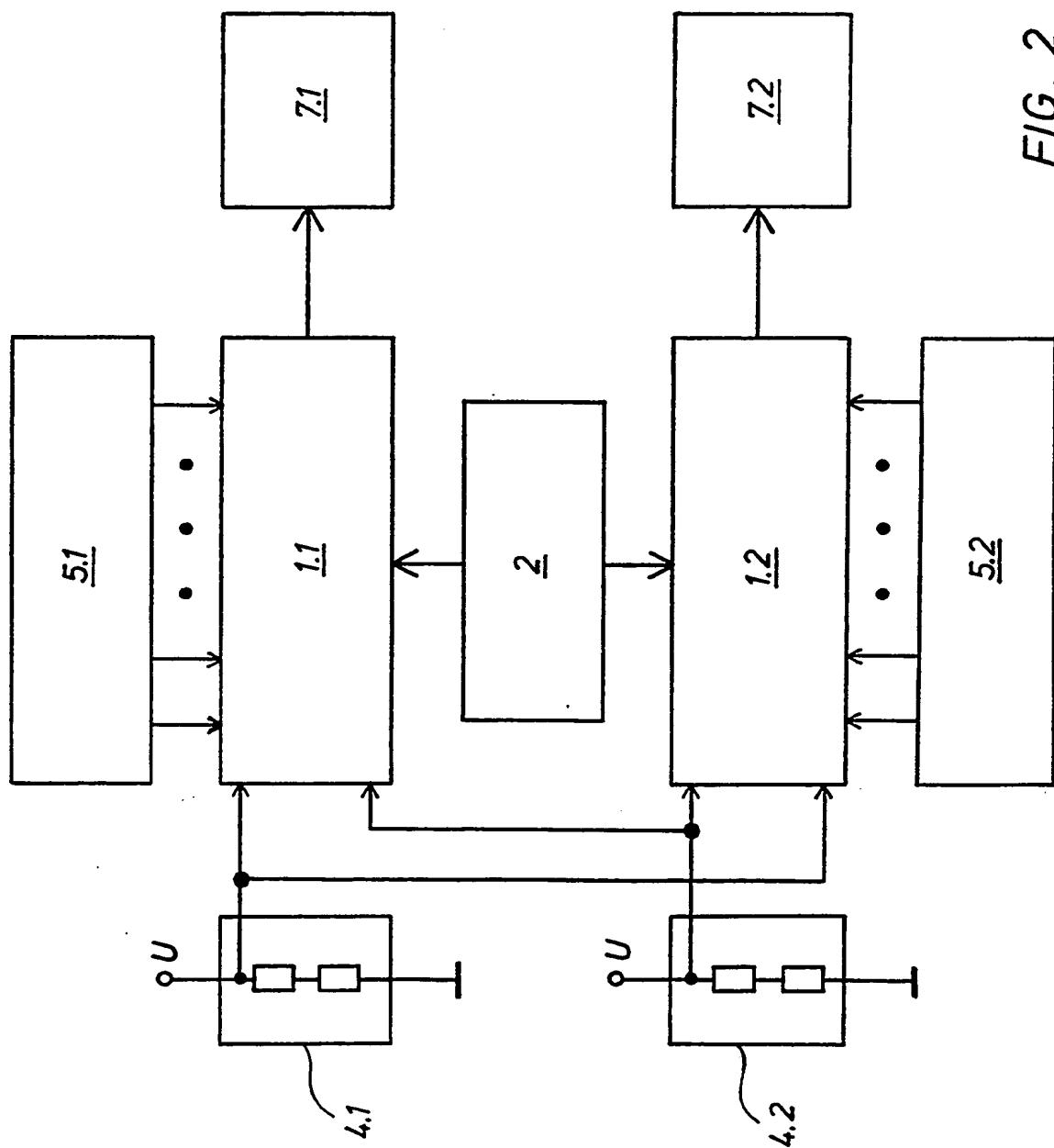
60

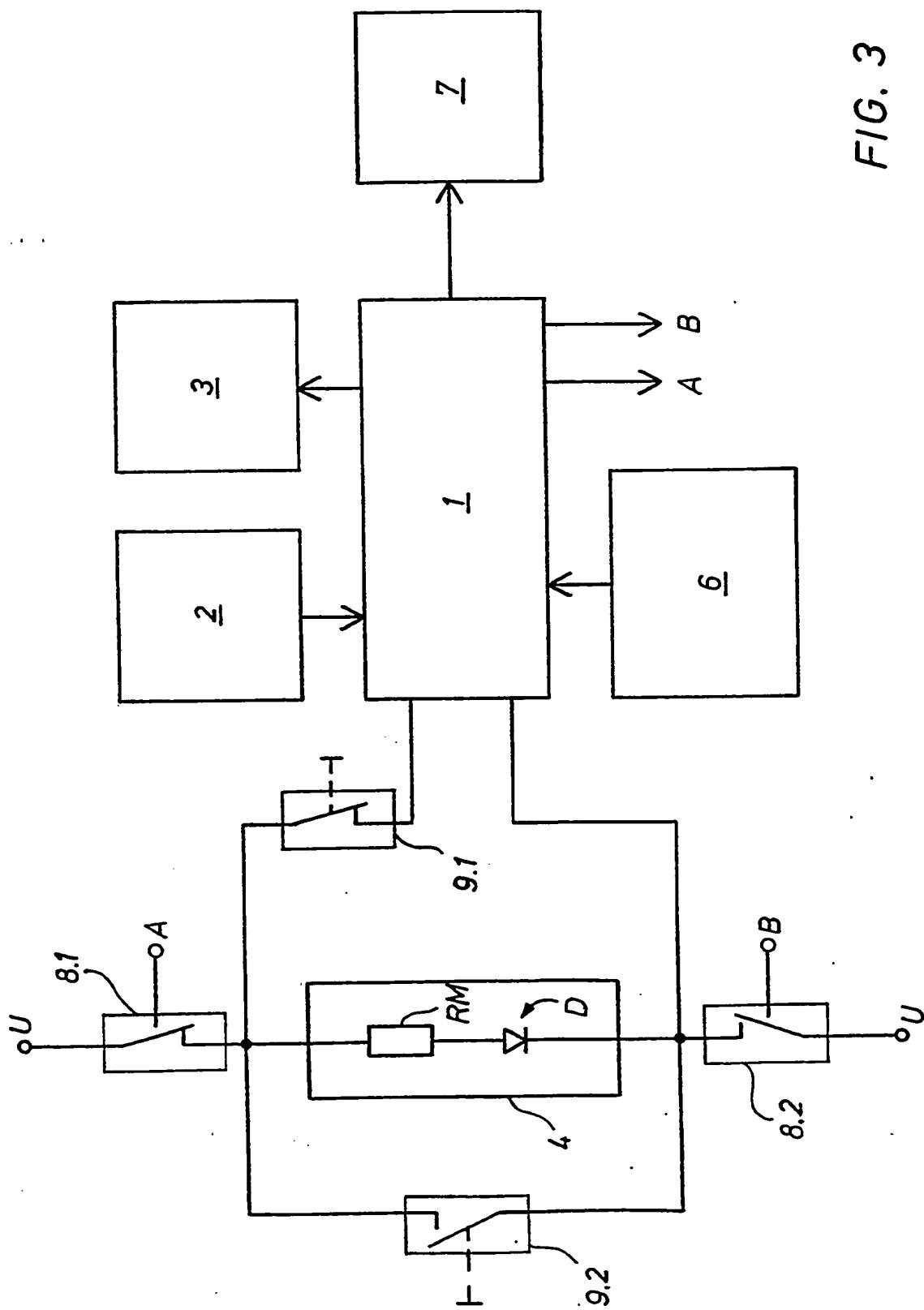
65

**- Leerseite -**



408 025/288





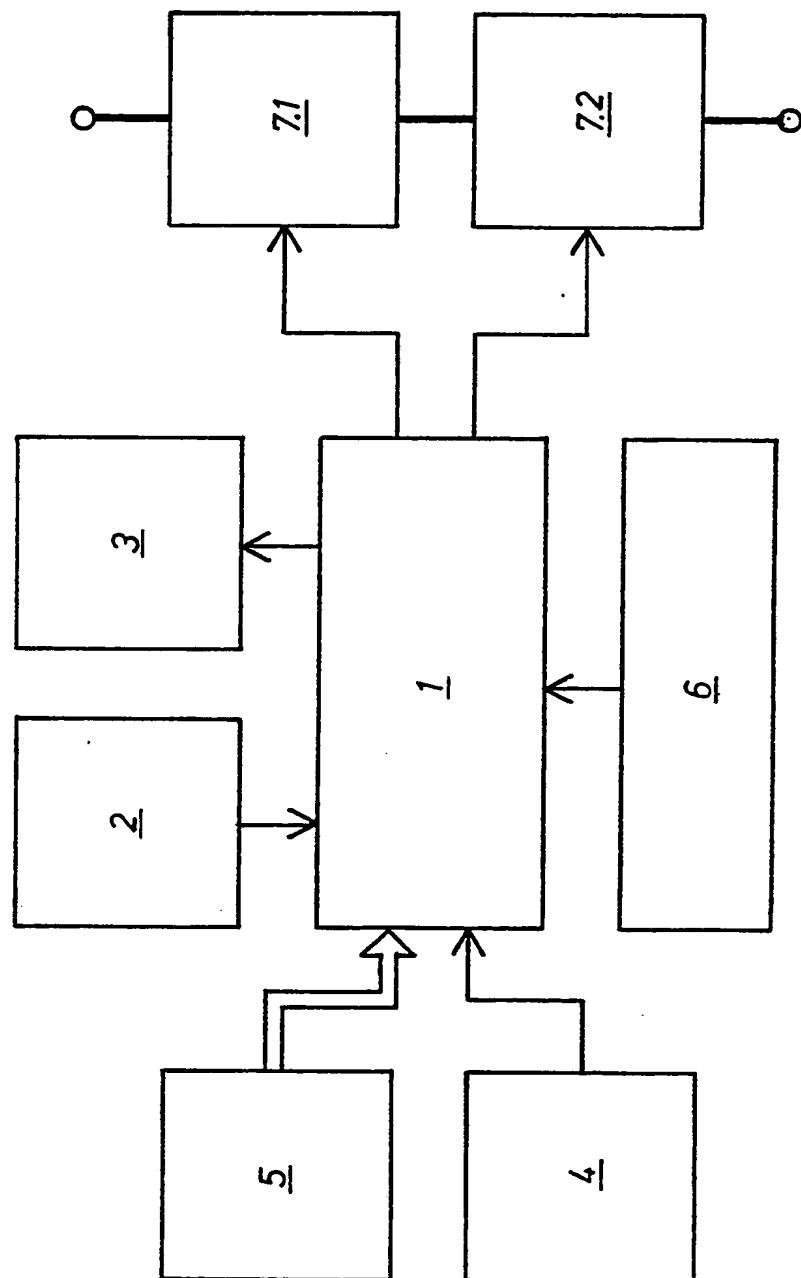


FIG. 4

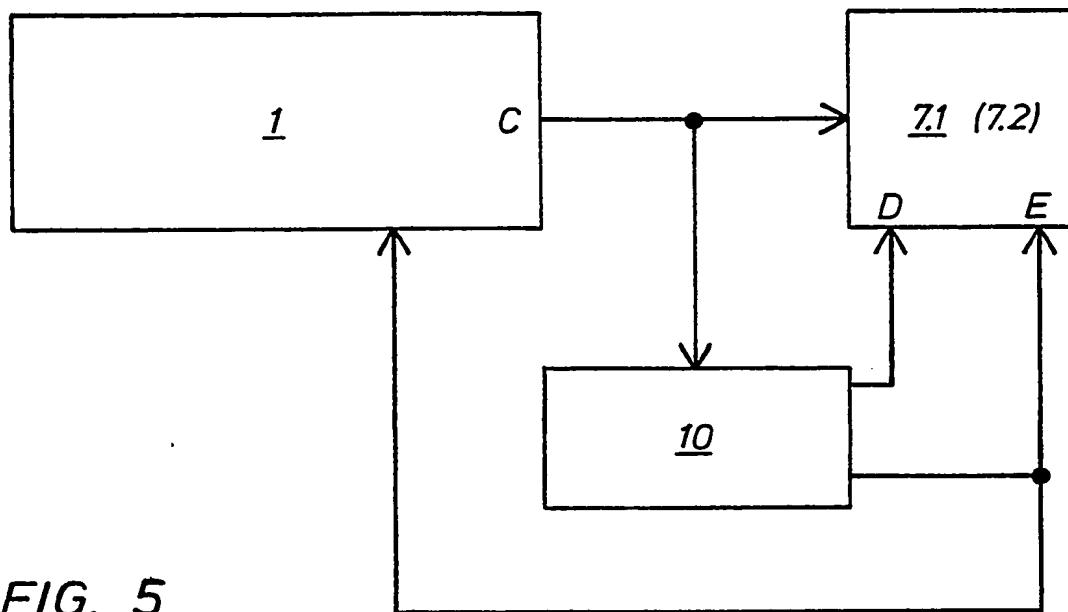


FIG. 5

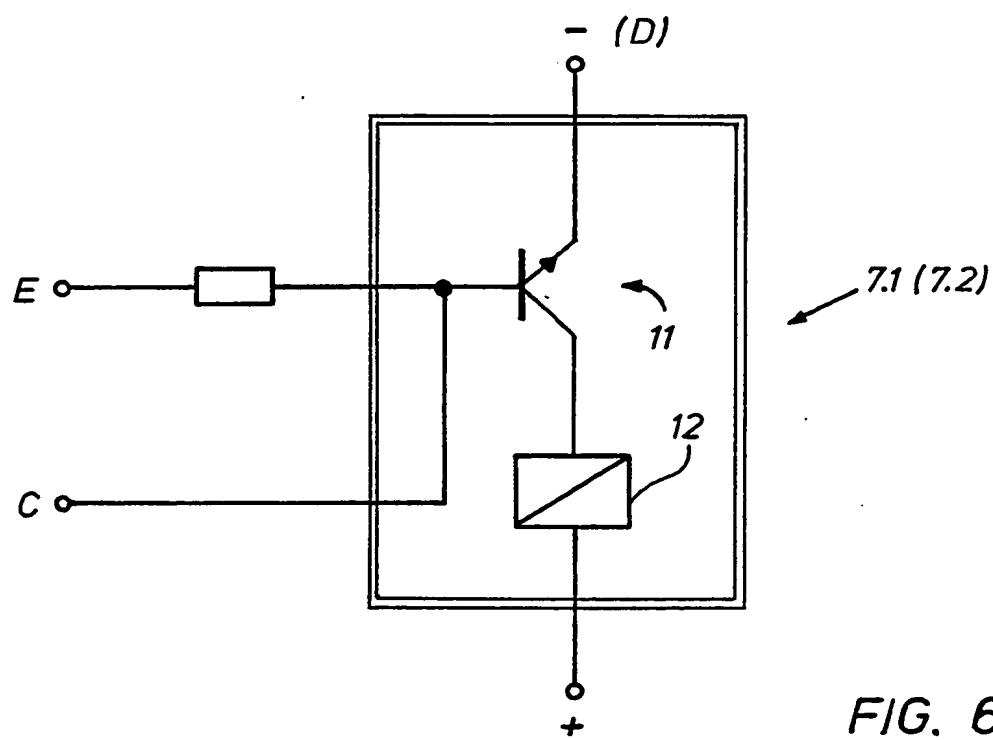


FIG. 6